

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Daniel Finta

RAKENNUSTELINEIDEN KUSTANNUSVERTAILU SEKÄ  
TELINEN RAKENNEOSIEN KUORMITUSTARKASTELU

Opinnäytetyö  
Kesäkuu 2018

**OPINNÄYTETYÖ****Kesäkuu 2018****Rakennustekniikan koulutusohjelma**

Tikkarinne 9

80200 JOENSUU

+358 13 260 600 (vaihde)

Tekijä  
Daniel Finta

Nimeke  
Rakennustelineiden kustannusvertailu sekä rakenneosien kuormitustarkastelu

Toimeksiantaja  
Rakennusliike Kar.T.O Oy

**Tiivistelmä**

Tässä opinnäytetyössä perehdyttiin rakennustelineisiin, telineisiin liittyviin viranomaismääräyksiin, työskentelyn riskitekijöiden ennakointiin, julkisivumuurauksen vaihtoehtoisen työmenetelmän kustannusvertailuun ja julkisivutelineiden rakenneosien kuormitusten laskentaan. Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda tietopaketti yrityksen käyttöön, jotta yrityksessä voitaisiin parantaa rakennustelineisiin liittyvää työntekoa sekä tietämystä.

Opinnäytetyö toteutettiin perehtymällä valtioneuvoston asetuksiin, asiantuntijayhteisön julkaisemaan ohjeeseen sekä eri telinevalmistajien julkaisemiin telineiden kasausohjeisiin. Kustannusvertailussa vertailtiin mastolavanostinta ja julkisivutelineitä viisikerroksisen kerrostalon julkisivun muurauksessa.

Kustannusvertailussa kävi ilmi, että julkisivutelineet ovat huomattavasti halvemmat kuin mastolavanostin. Tulos oli yllättävä, sillä mastolavanostimia suositaan nykyään enemmän kuin julkisivutelineitä.

Julkisivutelineiden rakenneosien kuormitusten laskennassa laskettiin julkisivutelineisiin kohdistuvia kuormia, kuten tuulen aiheuttamaa voimaa sivuvinositeille ja seinäankkureille.

Kieli  
suomi

Sivuja 30  
Liitteet 3  
Liitesivumäärä 3

Asiasanat  
rakennustelineet, mastolavanostin, kustannusvertailu, kuormitustarkastelu



**THESIS**  
**June 2018**  
**Degree Programme in Civil Engineering**

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
FINLAND  
+ 358 13 260 600 (switchboard)

Author  
Daniel Finta

Title  
Cost Comparison of Scaffoldings and Load Inspection of Scaffolding Components

Commissioned by  
Rakennusliike Kar.T.O Oy

**Abstract**

The aim of this thesis was to get acquainted with scaffoldings, commandments associated with scaffoldings, anticipation of risks during erection, working on and disassembly of scaffoldings, cost comparison of two alternative work methods of façade masonry and load calculations of different façade scaffolding components. Also the aim of this thesis was to create an information package to the company that commissioned this thesis, so that the company can improve its work and knowledge involving scaffoldings.

The thesis was executed by familiarizing with government decrees, publication of expert community and multiple erecting instructions by different scaffold manufacturing companies. In the cost comparison mast climbing work platform and façade scaffoldings were compared in façade masonry of a five-story apartment building.

In the cost comparison it turned out that façade scaffoldings are considerably cheaper than mast climbing work platform. The result were surprising, because nowadays mast climbing work platforms are favored instead of façade scaffoldings.

In the load inspections of scaffolding components loads were calculated for different components of façade scaffolds, such as force created by wind to diagonal braces and wall ties.

Language

Finnish

Pages 30

Appendices 3

Pages of Appendices 3

**Keywords**

scaffolding, mast climbing work platform, cost comparison, load inspection

## Sisältö

1	Johdanto .....	5
2	Erilaiset telineet sekä niiden käyttötarkoitukset.....	6
2.1	Työpukit .....	8
2.2	Alumiiniset telineet.....	8
2.3	Elementtivalmisteiset telineet.....	8
2.4	Putkitelineet .....	9
2.5	Tukitornit.....	9
2.6	Puiset telineet .....	9
2.7	Kulkutiet.....	10
3	Viranomaisten ohjeet ja määräykset telineistä.....	11
3.1	Valtioneuvoston asetus 205/2009.....	11
3.2	Valtioneuvoston asetus 403/2008.....	13
3.3	Aluehallintovirasto AVI.....	13
3.4	Työterveyslaitos TTL .....	14
3.5	Työturvallisuuskeskus TTK.....	14
3.6	Muut ohjeistusta antavat tahot.....	14
4	Vahinkojen ennakointi kasauksessa, käytössä ja purussa.....	15
4.1	Telineiden pystytys .....	15
4.2	Telineiden käyttö.....	16
4.3	Telineiden purku .....	17
5	Julkisivutelineiden rakenneosien mitoitus .....	17
5.1	Lähtötiedot.....	17
5.2	Päällekkäiset työtasot .....	18
5.3	Perustukset.....	19
5.4	Ankkurointi .....	19
5.5	Vinositeet.....	23
6	Kustannusvertailu mastolavanostimen ja julkisivutelineiden välillä .....	24
6.1	Kuormitukset.....	24
6.2	Mastolava .....	24
6.3	Julkisivutelineet.....	26
6.4	Muuraustyön kesto .....	26
6.5	Mastolavan ja muuraustelineiden kustannukset .....	27
7	Tulokset .....	28
8	Pohdinta.....	29
	Lähteet.....	30

### Liitteet

Liite 1	Työtelineen käyttöönotto ja kunnossapito tarkistuslista
Liite 2	Telineen käyttöönottotarkastuspöytäkirja
Liite 3	Telinelaskuri

# 1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä käsitellään rakennustelineiden kasausta, käyttöä, purkua, mitoitusta sekä kustannusvertailua telineiden ja mastolavanostimen välillä. Koska rakennustelineet ovat jokaisella valmistajalla hieman erilaiset, tässä opinnäytetyössä keskitytään yrityksessä käytössä oleviin Layher-telineisiin.

Lähtökohtana opinnäytetyölle oli yrityksen halu luoda kattava tietopaketti rakennustelineistä sekä niiden käytöstä. Yrityksessä ei ollut sattunut tapaturmia telineillä tai korkealla työskennellessä. Telineityöohjeiden on tärkeää olla ajan tasalla sekä työnjohdon valvoa niiden noudattamista, sillä onnettomuustilanteessa seurauksena on vakava loukkaantuminen tai kuolema. Yritys tekee paljon erilaisia telineitä Joensuun Fortumin tehtailla ahtaisiin paikkoihin sisä- ja ulkotiloissa sekä rakennustöissä yleensä tarvittavia telineitä, kuten muuraustelineitä.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on luoda tietopaketti telineistä sekä helppo-käyttöinen telineosien kuormituslaskuri, jolla voidaan nopeasti laskea eri telineosien kuormitusasteet sekä seinäkiinnitysankkureiden tarvittava kapasiteetti. Lisäksi opinnäytetyössä vertaillaan julkisivumuurauksessa käytettävien mastolavanostimen ja muuraustelineiden kustannuksia.

Tämän opinnäytetyön telineosien mitoitus rajataan yksinkertaisiin rakennustelineisiin ja julkisivutelineisiin. Muun muassa sadesuojat vaativat huomattavasti enemmän laskemista ja niiden mitoittamisen tekee yleensä sadesuojan vuokraava yritys.

## 2 Erilaiset telineet sekä niiden käyttötarkoitukset

Rakennustyössä käytettävät telineet jaetaan pääasiassa seuraaviin luokkiin: pukit, alumiiniset telineet, kevyet terästelineet, raskaat terästelineet sekä tukitornit. Pukit ovat pääasiassa alumiinista valmistettuja matalia, noin 1,0 m korkeita kokoon taittuvia telineitä. Alumiiniset telineet voivat olla kokoon taittuvia tai osista pystytettäviä 1,0–6,0 m korkeita pyörillä varustettuja telineitä, joilta on tarkoitus vain työskennellä. Alumiinisten telineiden kuormituskestävyys on yleensä enintään 200 kg/m<sup>2</sup>. Kevyet terästelineet ovat osista kasattavia erittäin muunneltavia telineitä, joilta on pääasiassa tarkoitus työskennellä. Kevyiden terästelineiden kuormituskestävyys on yleensä enintään 300 kg/m<sup>2</sup>. Raskaat terästelineet soveltuvat työskentelyyn sekä tavaroiden välivarastointiin. Näiden telineiden kuormituskestävyys on yleensä enintään 600 kg/m<sup>2</sup>. [1, 43.]

Tukitornien pääasiallinen käyttötarkoitus on tukea raskaita betonivaluja, kuten siltoja, eikä niiltä yleensä työskennellä. Tukitornien kuormituskestävyyksissä puhutaan useista tuhansista kiloista. Puusta tehtyjä tai työmaalla tehtyjä telineitä ei yleensä enää käytetä, sillä ne vaativat erilliset rakennesuunnitelmat jotta ne täyttäisivät valtioneuvoston antamat määräykset rakennustelineiden turvallisuudesta. Poikkeuksena tässä on ahtaisiin ja hankaliin paikkoihin tehtävät telineet, joissa ei voida ahtaudesta johtuen käyttää valmiita telineosia. Tällaisia ahtaita paikkoja ovat muun muassa voimalaitosten sisälle tehtävät telineet sekä säiliöihin tehtävät telineet. Kuvassa 1 on esitetty kuormaluokkien enimmäiskuormitukset sekä kuvassa 2 on esitetty eri telineosien nimet.

Taulukko 1: Telineiden kuormaluokat. [1, 43]

Kuormaluokka	Pintakuorma kN/m <sup>2</sup>
1	0,75
2	1,50
3	2,00
4	3,00
5	4,50
6	6,00



**Allround-  
teline-  
järjestelmän  
perusosat:**

1. Pystyputki
2. Saatojalka
3. Aloituskappale
4. Juoksu/kaide
5. Jokka/kaide
6. Vinojäykiste
7. Työtaso
8. Tikas
9. Jalkalista
10. Seinäankkuri
11. Uloke
12. Tasokiinnitin

Kuva 1: Eri telineosien nimet. [2]

## **2.1 Työpukit**

Työpukit ovat matalia, yleensä noin metrin korkuisia ja enintään kaksi metriä korkeita työtasoja. Työpukkien pääasiallinen tarkoitus on olla vakaa koroke, jolla ei säilytetä tavaroita. Työpukkien tulee kestää kaatumatta 0,3 kN:n suuruinen sivuttaissuuntainen voima, kun työpukkiin kohdistuu epäedullisimmin sijoitettu 1,5 kN:n suuruinen pystyvoima, jonka vaikutuspiste on työtason tai askelman reunasta 100 mm. [3, 36.]

## **2.2 Alumiiniset telineet**

Alumiiniset telineet ovat yleensä elementtivalmisteisia vapaasti jalkojen tai pyörien päällä seisovia kevyitä telineitä. Keveyden takia ne on helppo siirtää ja pystyttää nopeasti. Vapaasti seisovien telineiden korkeutta rajoittaa niiden leveys, sillä telineiden korkeus saa olla enintään kolme kertaa niiden pienin leveys. Telineeseen voidaan asentaa tukijalat, jolloin niistä voidaan tehdä korkeammat. Mikäli telineet ovat elementtivalmisteiset, tukijalkojen käytössä noudatetaan telineiden käyttöohjetta ja mikäli paikalla rakennetut, tukijalat tulee mitoittaa rakennesuunnitelmassa. [3, 24.]

## **2.3 Elementtivalmisteiset telineet**

Elementtivalmisteiset telineet ovat tehdasvalmisteisia painallus- tai lyöntikiinnitteisesti toisiinsa tarttuvia alumiini- tai teräsputkia. Osalla valmistajista on myös kehämallisia elementtitelineitä, jossa pystyputket ja jokas muodostavat hitsatun kehän. Valmiit kiinnityspisteet, rosetit, tekevät telineistä erittäin muunneltavat ja nopeat kasata. Samoja rosetteja voidaan käyttää jokkien, juoksujen ja kaiteiden kiinnityksiin, jolloin teline on rosettijaon (yleensä 0,5 m) mukaan muunneltavissa kokonaan. Muunneltavuutensa ansiosta elementtivalmisteiset telineet soveltuvat samoilla osilla julkisivutelineistä sääsuojien tekoon. Elementtivalmisteisista telineistä pystytään tekemään helposti myös ulokekonsoleita, roikutettuja telineitä tai vastapainotelineitä. Tavanomaiset elementtivalmisteiset telineet eivät



vaadi erillisiä rakennesuunnitelmia, kun telineet ovat alle 10 metriä korkeat ja kasattu valmistajan ohjeen mukaan. [3, 22.]

## **2.4 Putkitelineet**

Putkitelineet koostuvat teräsputkista, jotka liitetään toisiinsa putkiliittimillä. Putkitelineet on nykyään korvattu elementtivalmisteisilla telineillä, sillä elementtivalmisteiset telineet ovat nopeampia kasata sekä monipuolisempia. Paikalla rakennetut putkitelineet vaativat aina rakennesuunnitelman. [1, 59.]

## **2.5 Tukitornit**

Tukitornien tehtävä on siirtää suuria kuormituksia perustuksille, esimerkiksi korkealle tehtävän betonivalun paino. Käyttökohteina tukitorneille ovat muun muassa holvivalut tai siltojen valut. Tyypillisiä eroja tukitornien ja henkilötelineiden välillä ovat tukitornien tiheämmän sivuttaistuet ja useammat tai paksummat pystyputket. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry on julkaissut oppaan tukitornien mitoittamisesta, RIL 147–2006 Tukitelineet ja muotit. [4]

## **2.6 Puiset telineet**

Joissain tapauksissa elementtivalmisteisia telineitä ei voida käyttää, esimerkiksi ahtaissa tiloissa. Tällöin kyseeseen voivat tulla puiset telineet. Puisista telineistä on aina tehtävä rakennesuunnitelma, mistä käy ilmi tarvittavat naulamäärät liitoksiin ja pysty- ja vaakaosien vähimmäismitat. [1, 40] Julkisivutelineinä puisia telineitä ei enää käytetä niiden työläyden takia.

## 2.7 Kulkutiet

Kulkutiellä tarkoitetaan telineen työtasolle tai työtasolta toiselle johtavaa reittiä. Valtioneuvosto on antanut asetuksessa 205/2009 64. §:ssä ohjeet kulkuteistä ja Aluehallintovirasto on antanut lisäohjeet kulkuteiden vaatimuksista. Telineiden korkeus vaikuttaa valittavaan kulkutiehen. Yli 20 metriä korkeille telineille pitkää olla portaait, jonka askelman syvyys on yli 200mm, askelman nousu yli 200 mm, nousukulma 20–45 astetta sekä askelman leveys vähintään 600mm. Portaissa on oltava vähintään 600 mm syvä lepotasanne kerroskorkeuksittain tai enintään kuuden metrin välein. [1, 110.]

Porrastikkaat ovat portaita kapeammat ja jyrkemmässä kulmassa nousevat tikkait ja niitä voidaan käyttää alle 20 metriä korkeissa telineissä, joissa tikkaita pitkin ei kuljeteta tarvikkeita. Porrastikkaiden askelman tulee olla vähintään 120 mm syvä, nousun alle 250 mm, nousukulman 45–60 astetta ja askelman leveyden vähintään 450 mm. Porrastikkaissa tulee olla lepotaso kerroksittain tai enintään kolmen metrin välein. [1, 111–112.]

Askelmatikkaat ovat yleensä työtasosta alaslaskettavia kapeita tikkaita, joissa askelman syvyys on vähintään 50 mm, nousu enintään 300 mm, nousukulma 60–75 astetta sekä askelman leveys vähintään 300 mm. Askelmatikkaita voidaan käyttää alle 12 metriä korkeissa telineissä pääasiallisena nousutienä, jos niitä pitkin ei kuljeteta tarvikkeita. [1, 113.]

Mikäli pääasiallinen kulkutie telineille on järjestetty esimerkiksi rakennuksen sisältä, ei telineeseen tarvitse tehdä erillistä kulkutietä kerroksesta toiseen. Mikäli pääasiallinen nousu telineelle on järjestetty hissillä, telineeseen on tehtävä varapoistumistie, joka on vähintään porrastikasmallinen. Ahtaissa paikoissa, joissa ei voida kohtuudella olettaa tehtävän portaita tai porrastikkaita, voidaan käyttää askelmatikkaita. Kaikissa edellä mainituissa nousuteissä on oltava kaiteet avoimella sivulla. [1, 114.]

### **3 Viranomaisten ohjeet ja määräykset telineistä**

Valtioneuvosto on antanut kaikkia rakennustöitä sitovia asetuksia. Valtioneuvoston asetusten lisäksi aluehallintovirasto, työterveyslaitos ja työsuojeluhallinto ovat antaneet rakennustöitä ohjaavia ohjeita.

#### **3.1 Valtioneuvoston asetus 205/2009**

Valtioneuvosto antoi 26.3.2009 asetuksen, jossa käsitellään yleisellä tasolla kaikkia rakennustöiden turvallisuuteen vaikuttavia asioita. Momentissa 10. § säädetään seuraavaa: "... suunnittelussa on kiinnitettävä erityistä huomiota ... 9) työ- ja tukitelinyöhön. Suunnitelmat on tehtävä kirjallisena. Suunnitelmat on tarkistettava olosuhteiden muuttuessa." [3, 5]. Telineiden osalta tämä tarkoittaa sitä, että mikäli esimerkiksi julkisivutelineet tehdään paikalla rakentaen puusta, on telineistä laadittava rakennesuunnitelma. Elementtivalmisteisista telineistä ei tarvitse laatia erillistä suunnitelmaa, mikäli noudatetaan valmistajan antamaa ohjetta. Olosuhteiden muuttumisella tarkoitetaan esimerkiksi telineiden peittämistä pressulla, jolloin tuulen aiheuttama kuormitus muuttuu merkittävästi. Määräämällä suunnitelmat tehtäväksi kirjallisena halutaan parantaa turvallisuutta miettimällä työt etukäteen sekä selkeyttää töitä, kun asiat on tarkistettavissa myöhemmin.

Momentissa 15. § annetaan määräys telineiden käyttöönottoon liittyvistä asioista. Telineet tulee tarkastaa ennen niiden käyttöönottoa asetuksen liitteen mukaisen tarkistuslistan mukaan (liite 1). Momentissa sanotaan myös, että tarkistus on uusittava voimakkaan sateen tai tuulen jälkeen, sillä kova tuuli saattaa heikentää telineiden liitoksia. Muun muassa telineiden heikentynyt ankkurointi aiheuttaa vakavan kaatumisriskin telineille. Momentin määräämän käyttöönotto-tarkastuksen lisäksi telineet tulisi tarkistaa säännöllisin väliajoin niiden suunnitelmienmukaisuuden ja kestävyysvarmistamiseksi.

Momentissa 28. § säädetään suojaukselta putoamista vastaan. Telineisiin on asennettava kaiteet välijohtein ja jalkalistoin, kun telineen työtaso on yli kahden metrin korkeudessa. Kaiteet tulee sijoittaa vähintään metrin korkeuteen sekä välijohde siten, että vapaa väli kaiteiden välillä on vähintään 0,5 metriä. Kaiteet voidaan korvata esimerkiksi 1 metrin korkuisella vanerilevyllä, kunhan se täyttää kaiteelta vaadittavat ominaisuudet, joista on annettu ohjeet asetuksen liitteessä 5. Vanerilevyä voidaan vahvistaa lankuin, jotta se täyttää suojakaiteelta vaadittun 1,0 kN suuruisen voiman keston.

Momenteissa 51–68. § annetaan määräyksiä työtelineitä koskevista suunnitelmista, telineiden käytön turvallisuudesta sekä vaadittavista dokumenteista. Momentissa sanotaan, että ”Telineet on suunniteltava ja rakennettava siten, että niillä on riittävä lujuus, jäykkyys ja seisontavakaus kaikissa pystytys- ja purkuvaiheissa sekä telineen käytön aikana. Telineet on perustettava siten, ettei haitallisia painumia tai siirtymiä esiinny”. [3, 19–26]. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry on julkaissut ohjeen RIL 142–2010 Työtelineet ja putoamisen estävät suojarakenteet, jossa on perehdytty tarkemmin telineiden mitoittamiseen.

Momentissa 56. § annetaan määräys telineiden suunnittelijan pätevyysvaatimuksista. Telineiden ollessa yli kymmenen metriä korkeat, seisontavakavuuden perustuessa ankkurointiin esimerkiksi rinteessä tai telineiden ollessa muutoin haasteelliset esimerkiksi peittämisen takia telineiden suunnittelijalta vaaditaan vähintään teknillisen alan ammattikorkeakoulututkinto tai sitä vastaava aiempi tutkinto kuten teknikkotason tutkinto sekä perehtyneisyys telinerakenteisiin.

Momentissa 65. § annetaan lisämääräyksiä siirrettävistä ja vapaasti seisovista telineistä. Telineiden korkeus saa olla enintään kolme kertaa pienin tukileveys, kun korkeus mitataan maasta työtason ylimpään pintaan. Telineiden korkeutta voidaan kasvattaa lisäämällä telineeseen sivuttaiset tukijalat, joiden mitoittamisesta on ohje RIL 142–2010 –julkaisussa.

Momentissa 68. § annetaan määräys paikalla rakennettavan ulokkeen rakennussuunnitelmasta. Elementtivalmisteiseen telineen tehtävässä ulokkeessa käytetään valmistajan antamaa käyttöohjetta.

### **3.2 Valtioneuvoston asetus 403/2008**

Valtioneuvosto antoi 12.6.2008 asetuksen työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta. Momentissa 12. § annetaan työnantajalle määräys telineiden, työtasojen ja tikkaiden vakavuudesta ja riittävästä kantavuudesta huolehtimiselle. Telineistä olisi hyvä laatia telineiden käyttösuunnitelma, vaikka telineet eivät yksinkertaisuuden tai tavanomaisuutensa vuoksi vaatisi sellaista. [5, 4.]

Luvussa 4 käsitellään korkealla tehtäviä töitä sekä rakennustelineitä. Momentissa 28. § kerrotaan telineiltä vaadittavia ominaisuuksia. Telineiden tulee vastata niiden käyttötarkoitusta esimerkiksi lujuuden ja kantokyvyn osalta. Siirrettävissä telineissä tulee olla lukittavat renkaat, jotka lukitaan telineen käytön ajaksi. [5, 10.] RIL 142–2010 –julkaisussa siirrettävien telineiden renkaina suositellaan käytettäväksi umpikumi- tai umpimuovirenkaita, jotta telineiden renkaat eivät pääse lytistymään ja aiheuttamaan telineen kallistumista. [1, 87.]

### **3.3 Aluehallintovirasto AVI**

Aluehallintovirasto AVI:n tehtävä on edistää ja ylläpitää työntekijöiden turvallisuutta sekä valvoa turvallisuusmääräysten noudattamista. Aluehallintovirasto tekee työmaille tarkistuskäyntejä ilmiantojen perusteella ja heillä oikeus määrätä sakkoja työturvallisuuspuutteista, mikäli niitä ei korjata. Aluehallintovirastolla on myös onnettomuustilanteissa oikeus määrätä sakkoja. Varsinaisia töihin liittyviä ohjeita aluehallintovirasto ei anna.

### **3.4 Työterveyslaitos TTL**

Työterveyslaitos on Suomen sosiaali- ja terveysministeriön alainen hallinnonala, jonka tehtävänä on tutkia ja kouluttaa työntekijöitä ja työnantajia turvallisempaan työskentelyyn. Työterveyslaitos antaa ohjeita eri ammattien tyypillisten loukkaantumisten välttämiseksi. Telineytyöntekijä on rakennusmieheen verrattava ammatti, jonka tyypillisiä työterveysriskejä ovat työn fyysinen raskaus, sääolojen aiheuttamat kuormitukset sekä käsien ihon ärsytykset. [6.]

### **3.5 Työturvallisuuskeskus TTK**

Työturvallisuuskeskus on työmarkkinajärjestöjen hallinnoima toimisto, jonka tehtävänä on edistää työhyvinvointia ja työnteon turvallisuutta. Työturvallisuuskeskus järjestää erilaisia työsuojelu- ja työturvallisuuskoulutuksia, joista tunnetuin lienee työturvallisuuskortti. Työturvallisuuskeskus on myös julkaissut Turvallisesti raksalla – videosarjan, jossa kerrotaan oikeista ja vääristä toimintatavoista rakennustyömaalla. Työturvallisuuskeskuksen sivuilta löytyy valmiita lomakepohjia rakennustelineiden käyttöönottoon, tarkastuspöytäkirjoihin sekä telineisiin kiinnitettävään telinekorttiin, mistä käy ilmi telineen ominaisuudet. [7.]

### **3.6 Muut ohjeistusta antavat tahot**

Viranomaistahojen lisäksi ohjeita rakennustelineisiin ja niillä työskentelyyn antaa Rakennusteollisuus RT ry:n telinejaosto sekä Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. Rakennusteollisuuden telinejaoston tavoitteena on parantaa turvallisuutta telineurakoinnissa sekä kehittää alaa. Jaosto koostuu telineitä valmistavista ja vuokraavista yrityksistä.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry julkaisee alan suunnitteluohjeita, tarjoaa täydennyskoulutusta sekä pyrkii kehittämään alan laatua ja turvallisuutta. RIL tarjoaa myös koulutusta, joiden avulla voidaan hakea pätevyksiä FISE Oy:ltä.

## **4 Vahinkojen ennakointi kasauksessa, käytössä ja purussa**

Kaikki telinetyö luokitellaan riskialttiiksi työksi putoamisvaaran takia. Väärin työskenneltynä loukkaantumisen tai menehtymisen riski on suuri putoamiskorkeuden takia. Telineitä saavat pystyttää ja purkaa vain siihen erikseen koulutetut henkilöt, jotka ovat perehtyneet telinevalmistajan antamiin käyttöohjeisiin. Lähtökohtaisesti telineissä tulisi käyttää vain samantyyppisiä yhden valmistajan osia. Joissain tapauksissa telineosien kiinnitysmekanismi on muuttunut, jolloin vanhemman sarjan osat soveltuvat uudemman sarjan osiksi. Näissä tapauksissa tulee kiinnittää erityistä huomiota telineiden kuormituksiin, etteivät suurimmat sallitut kuormitukset ylity. [1, 75; 8,10.]

### **4.1 Telineiden pystytys**

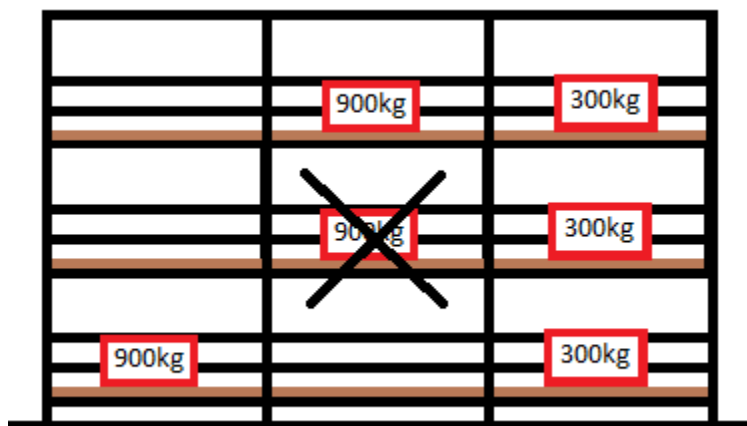
Telineiden pystytys on riskialtis työvaihe telineiden keskeneräisyyden takia. Telineet eivät välttämättä ole ankkuroitu tai jäykistetty kasauksen aikana riittävästi, jolloin telineiden kaatumisen tai pettämisen riski on olemassa. Aloittaessa telineiden kasausta tulee työskentelyalue rajata esimerkiksi lippusiimalla muulta työmaalta liikenteeltä ja siirtämällä tarvittavat telineosat riittävän lähelle telineen pystytyspaikkaa. Telineitä kasaavalla työntekijällä tulee olla putoamisen estävät valjaat kiinnitettynä, kun putoamiskorkeus on yli kaksi metriä. Telineosia nostessa tulisi käyttää nostoapuvälinettä, esimerkiksi väkipyörää ja asentamalla osat välittömästi paikoilleen eikä varastoida telineiden päällä.

Telineiden ankkurointi ja vinojäykistys tulee tehdä välittömästi kun telineet on korotettu seuraavan jäykisteen korkeuteen. Telineet tulee työpäivän päätteeksi ankkuroida ja jäykistää suunnitelmien mukaisesti etteivät ne pääse esimerkiksi tuulen tai sateen takia kaatumaan. Oulussa 2011 sattui onnettomuus, jossa kerrostalon julkisivutelineet kaatuivat telineiden keskeneräisyyden takia. Onnettomuudessa telineet kaatuivat voimakkaan tuulen takia, koska telineitä ei ollut ankkuroitu riittävästi ylityökieltojen ja kiireen takia. [9.] Erityistä huomiota tulee myös kiinnittää telineiden pystysuoruuteen, sillä telineiden ollessa vinossa

kuormitustilanteet muuttuvat ja telineet saattavat kaatua. Tehtäessä telineet rakennuksen viereen, telineen ja rakennuksen välinen rako saa olla enintään 250 mm tai joudutaan käyttämään sisäpuolista kaidetta. Ennen telineiden käyttöön-ottoa telineet tulee tarkistaa esimerkiksi liitteenä olevan Työturvakeskuksen tekemän tarkistuslistan mukaisesti (liite 2).

## 4.2 Telineiden käyttö

Telineiden käytössä tulee noudattaa telineiden käyttöohjetta sekä telineiden käyttöönottotarkastuksessa sovittuja asioita. Telineiden kasaajan ja käyttäjän ollessa läsnä vastaanottotarkastuksessa varmistetaan käyttäjän riittävä tieto telineiden ominaisuuksista. Telineiden ollessa yli kaksi metriä korkeat niissä tulee olla suojakaiteet jalkalistoin, joten erillistä putoamissuojauksen varmistavia valjaita ei telineillä työskennellessä tarvitse käyttää. Joissain tilanteissa kaiteet joudutaan kuitenkin poistamaan, esimerkiksi tavaroita nostaessa, jolloin tavaroita vastaanottavalla henkilöllä tulee olla putoamissuojavaljaat puettuna ja kiinnitettynä telineisiin. Telineitä kuormitettaessa esimerkiksi tarvikkeilla tulee kiinnittää huomiota tarvikkeiden painoon, ettei ylitetä telinekorttiin kirjoitettua enimmäiskuormitusta. Kuvassa 2 on esitetty ohje telineiden kuormituksesta. Mikäli telineissä on luukullisia työtasoja hätäpoistumistienä, tulee luukkujen olla aina vapaana tarvikkeista sekä suljettuna putoamisen estämiseksi.



Kuva 2: Kuormien sijoituksessa huomioitava telineen suurin sallittu kuormitus.



### **4.3 Telineiden purku**

Telineiden purku on pystytyksen ohella telinetöiden vaarallisin työvaihe, koska telineosia poistettaessa telineiden jäykkyys ja kantokyky heikkenevät. Telineitä purkavalla työntekijällä tulee olla putoamisen estävät valjaat puettuna ja kiinnitettynä tukevaan osaan telineestä, jota ei ole vielä purettu. Telineet tulee purkaa päinvastaisessa järjestyksessä kuin missä ne kasataan, kuitenkin siten ettei jäykistäviä ankkureita tai vinositeitä pureta ennen kuin ylemmät työtasot on purettu kokonaan. Erityistä huomiota tulee kiinnittää telineosien laskemisessa alas, etteivät ne pääse putoamaan kädestä ja aiheuttamaan vahinkoa. Telineosien siirron helpottamiseksi osia vastaanottavan henkilön tulisi laittaa osat suoraan kuljetustelineisiin.

## **5 Julkisivutelineiden rakenneosien mitoitus**

Julkisivutelineitä valittaessa tulee ensimmäisenä pohtia telineiden tarkoitusta ja mahdollisesti vaihtoehtoisia menetelmiä. Elementtivalmisteisten telineosien valmistajat julkaisevat joskus valmiita taulukkoja, missä on ilmoitettu telineosien soveltuvuuksista eri kuormitusluokille. Näistä taulukoista huolimatta telineistä on tehtävä telineiden käyttösuunnitelma, mikäli ne ovat korkeuden tai kuormituksen kannalta poikkeuksellisen suuret. [1, 72] Laskelmissa käytetään RIL 142-2010 – julkaisun kaavoja. Osana opinnäytetyötä valmistuneessa Excel-pohjaisessa telinekuormituslaskurissa taulukko laskee annetuilla tiedoilla kyseisen telineen tarvittavat osamäärät, niiden omapainot sekä eri osien kuormitukset käsin laskun helpottamiseksi (liite 3).

### **5.1 Lähtötiedot**

Valitaan tähän laskentaesimerkkiin Layher Allround – sarjan elementtivalmisteiset telineet. Telineiden leveydeksi valitaan 39,33 metriä ja korkeudeksi 15,3 metriä. Telineiden pystytukien jaoksi valitaan 2,0 m ja syvyydeksi 2,07 m. Teli-

neet tehdään pressulla peitettynä ja kuormitusluokaksi valitaan kuormaluokka 5 eli  $4,5 \text{ kN/m}^2$ . Laskuissa tulee kiinnittää huomiota rakennuspaikkaan, sillä tuulisilla paikoilla pressulla peittäminen nostaa merkittävästi ankkureille tulevaa kuormitusta. Taulukossa 5 on laskettu telineen omapaino valmistajan ilmoittamien painojen mukaisesti. Laskentaesimerkin telineet sijaitsevat kaupunkialueella, jossa rakennusten keskimääräinen korkeus on yli 15 metriä.

Taulukko 5: Telineosien omapainot. [15, 10-29]

OSA	paino/kpl	kpl	paino yht kg	paino yht kN
Säätöjalka umpinainen 0,6m	6,7	38	254,6	2,546
Pystytuki teräs 2,0m	10,1	266	2686,6	26,866
Pystytuki teräs 1,0m	5,5	38	209	2,09
Juoksu vahvistettu 2,07m	12,7	252	3200,4	32,004
Jokka vahvistettu 2,07m	12,7	133	1689,1	16,891
Sivuvinositeet joka 5. pystyväli	8,9	28	249,2	2,492
Päätyvinositeet 1 lyhyt sivu	8,9	7	62,3	0,623
Työtaso teräs 2,07x0,32m	15	798	11970	119,7
Tasositoja 2,07m	7,9	266	2101,4	21,014
Käsijohde 2x2,07m toisella puolella	7	266	1862	18,62
Potkulauta 2,07m yhdellä puolella	4,6	133	611,8	6,118
Pressu $200\text{g/m}^2$	0,2	665,091	133,02	1,33
PAINO YHT			25029,42	250,29

## 5.2 Pällekkäiset työtasot

Telineiden valmistaja on ilmoittanut telineiden käyttöohjeessaan eri telineosien maksimikapasiteetit. Pystykuormissa mitoittavat osat ovat pystytuet sekä säätöjalat. Layher on ilmoittanut telineiden käyttöohjeessa pystytuen kapasiteetiksi 39,5 kN ja normaalin putkisäätöjalan kapasiteetiksi 97,7 kN puristusta. [7, 14] Yhden työtason kuormituksen ollessa  $4,5 \text{ kN/m}^2$ , mitoittavalle pystytuelle tulee  $4,5 \text{ kN/m}^2 * 2,0 \text{ m} * 2,07 \text{ m} / 2 = 9,315 \text{ kN}$ . Hyötykuorman lisäksi telineeseen vaikuttaa telineen omapaino, joka on taulukosta 5 laskettuna 6,6 kN/pystytuki. Mitoittavan kapasiteetin ollessa 39,5 kN telineessä voidaan käyttää enintään  $(39,5 \text{ kN} - 6,6 \text{ kN}) / 9,315 \text{ kN} = 4,2$  eli neljää päällekkäistä työtasoa. Käytännössä kuitenkin muuraustyö etenee alhaalta ylöspäin joten kaikkia telinetasoja ei kuormiteta täysin yhtä aikaa.

### 5.3 Perustukset

Telineet tulee perustaa painumattomalle maalle, kuten tiivistetyn sora-arinan päälle. Telinejalkojen alle laitetaan leveä lankku tai vaneriset levyt jakamaan painoa. Laskemalla telineiden omapaino ja sallitut kuormitukset kaikilta päällekkäisiltä työtasoilta saadaan telineiden kokonaispainoksi yhdelle tukijalkaparille  $4 * 4,5 \text{ kN/m}^2 * 2 \text{ m} * 2,07 \text{ m} + 2 * 6,6 \text{ kN} = 87,72 \text{ kN}$ . Käytettäessä molempien tukijalkojen välistä 48x198 mm lankkua maan tarvittavaksi kantokyvyksi saadaan  $87,72 \text{ kN} / (0,198 \text{ m} * 2,2 \text{ m}) = 201,4 \text{ kN/m}^2$  eli 0,2 MPa.

### 5.4 Ankkurointi

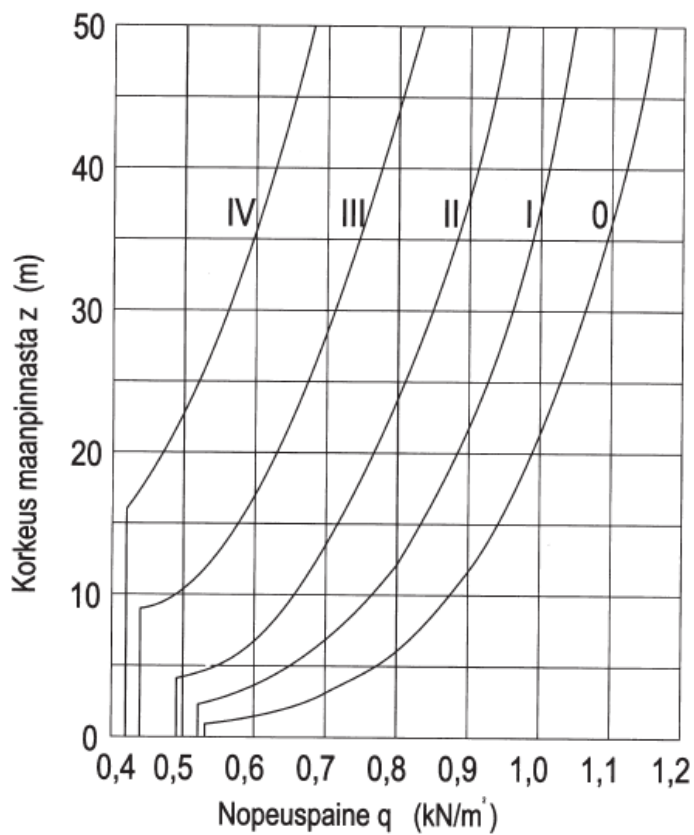
Ankkureiden tehtävä on ottaa vastaan telineiden sivuttais- ja syvyys-suuntaiset kuormitukset sekä lyhentää telineiden nurjahduspituutta. Ankkureiden ei lasketa ottavan pystykuormia vastaan vaan kaikki työ- ja omapainot menevät perustuksille. Ankkureiden kiinnitys rakenteeseen tehdään betoniruuvein, lyöntikiinnikkein tai muilla soveltuvilla kiinnikkeillä kuten betonivaluun jätettävillä sisäkierretartunnoilla. Mikäli telinettä ollaan ankkuroimassa vanhaan rakenteeseen, on siitä tehtävä riittävä määrä koekuormituksia ja mittauspöytäkirja, jotta varmistetaan ankkureiden riittävästä lujuudesta. Ankkuriputki sijoitetaan sitomaan ulko- ja sisäpystytuen, mahdollisimman lähelle pystytukien liitoskohtaa. [1, 49–52] Mikäli telineeseen asennetaan ulokekonsoli, tulee sen aiheuttamat lisäkuormitukset ottaa lisäksi huomioon.

Telineiden ollessa yli 10 metriä pitkät, ankkureiden mitoittamisessa kuormien oletetaan jakautuvan taulukon 6 mukaisesti sivuvinositeiden ja ankkureiden välillä. Alle 10 metriä pitkissä telineissä kuormien oletetaan siirtyvän kokonaan ankkureille. [1, 51]

Taulukko 6: Tuulikuormien siirtyminen telineessä. [1, 52]

Telineen korkeus (m)	Sivuvinositeille	Ankkureille
-10	100 %	0 %
10-20	50 %	50 %
20-	0 %	100 %

Tuulikuormat mitoitetaan Suomen Rakentamismääräyskokoelma B1 mukaisella tuulen nopeuspaineella  $q$  [ $\text{kN/m}^2$ ]. Kuviossa 1 ja taulukossa 7 on esitetty laskentakaavat eri maastoluokille.



Kuvio 1: Tuulen nopeuspaine. [16, 6]

Taulukko 7: Tuulen nopeuspaineen laskentakaavat. [16, 6]

*Taulukko 3.4.2*  
*Nopeuspaine eri maastoluokissa*

Maastoluokka	$Z_{\min}$ (m)	Nopeuspaine ( $\text{kN/m}^2$ )
O Avomeri	1	$q = 0,87 \left( \frac{z}{10} \right)^{0,18}$
I Laaja avoin maa-alue tai järvenselkä	2	$q = 0,77 \left( \frac{z}{10} \right)^{0,20}$
II Maatalousmaa, satunnaisia pieniä esteitä kuten yksittäisiä rakennuksia, pensaikkoja ja puita	4	$q = 0,65 \left( \frac{z}{10} \right)^{0,24}$
III Esikaupunki- ja teollisuus-alueet, metsät, pientaloalueet, vahtelevat viljelysalueet, joissa on maatilarakennuksia ja metsäsaarekkeitä	8	$q = 0,49 \left( \frac{z}{10} \right)^{0,32}$
IV Kaupunkien keskusta-alueet, rakennusten keskimääräinen korkeus yli 15 m	16	$q = 0,34 \left( \frac{z}{10} \right)^{0,44}$

$z$  on korkeus maaston pinnasta metreinä

Kaavat ovat voimassa kun korkeus  $z \leq 200$  m.

Nopeuspaine on vakio korkeudesta  $Z_{\min}$  maaston pintaan ( $Z_{\min}$ :n mukainen).

Julkisivutelineet ovat väliaikainen työmaarakennus tai siihen verrattava lyhytaikainen rakennelma, joten tuulen nopeuspaineeksi voidaan valita 75 % kaavan tai kuvion 1 arvosta. [16, 6] Laskentaesimerkin telineet ovat alle kaavan ehdon  $Z_{\min} = 16$  m korkuiset, joten kaavassa käytetään korkeutta 16 m. Yli 16 metriä korkeilla telineillä tuulen paine tulee laskea telineen korkeimman kohdan mukaan ja käyttää sen voiman mukaisia ankkureita kaikkien telineen ankkureiden kiinnityksissä. Tästä saadaan tuulenpaineeksi  $q = 0,34 * (16/10)^{0,44} * 0,75 = 0,314 \text{ kN/m}^2$ .

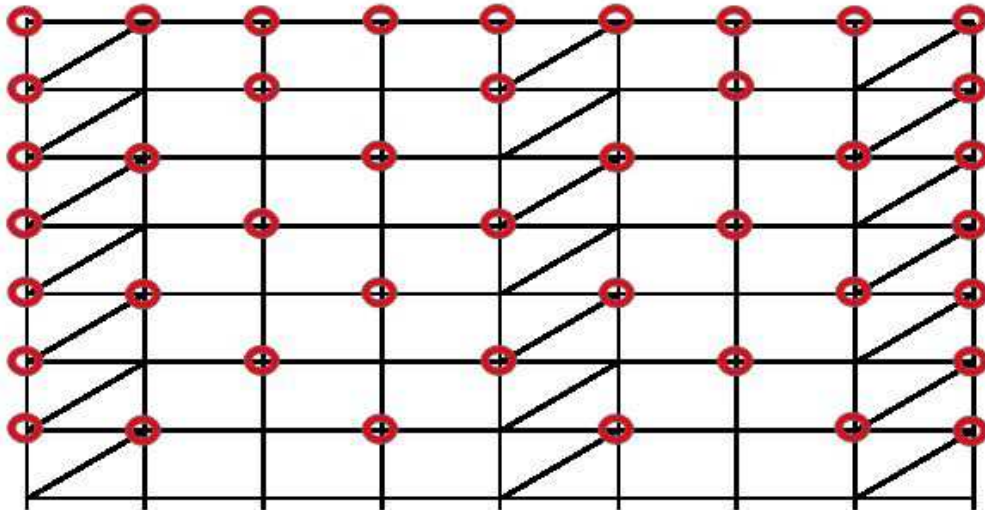
Täysin peitetyllä telineellä ankkureiden ja sivuvinositeiden tulee ottaa kaikki tuuli kuorma vastaan mutta peittämättömillä telineillä telineeseen kohdistuu  $A_{\perp} = 0,3A$ , missä  $A$  telineen julkisivun pinta-ala ja  $A_{\perp}$  julkisivua vastaan kohtisuora

tuulipinta. Telineen pituussuuntaisena pinta-alana  $A_{II}$  peittämättömillä telineillä voidaan käyttää  $A_{II} = 0,15 A$ . [1, 44]

Sivuvinositeille tulee kaikki tuulikuorma 10 metriin asti, joten tuulikuormaksi saadaan yhteensä  $0,314 \text{ kN/m}^2 * 10 \text{ m} * 2,07 \text{ m} = 6,5 \text{ kN}$  joka jakautuu tasaisesti kaikille sivuvinositeille. Korkeuksilla 10–15 metriä tuulikuorma on  $0,314 \text{ kN/m}^2 * 5 \text{ m} * 2,07 \text{ m} = 3,25 \text{ kN}$  joka jakautuu ankkureille ja sivuvinositeille taulukon 6 mukaan.

Peitetyissä telineissä ankkurit sijoitellaan siten, että jokainen pystytukipari on ankkuroitu ja ankkureiden keskimääräinen korkeus väli on kolme metriä. Tämä voidaan toteuttaa siten, että ankkurit sijoitetaan kahden kerroksen välein ja vierisen pystytukiparin ankkuri sijoitetaan eri kerrokselle. Yhdelle ankkurille tulee julkisivun pinta-alasta  $2 * 2,0 \text{ m} * 2,07 \text{ m} = 8,28 \text{ m}^2$  eli 2,6 kN. Sopiva kiinnike, esimerkiksi betoniruuvi, valitaan kestämään tämä voima puristusta. Reuna-alueella ja telineen yläosassa ankkureiden määrän tulee olla 1,5ertainen normaaliin ankkurimäärään eli jokainen pystytuki ankkuroidaan jokaisesta kerroksesta.

Kevyesti kuormitettujen telineiden, kuten peittämättömien telineiden, ankkurien määrää voidaan vähentää käyttämällä sivu- ja päätyvinositeitä. Näissä tilanteissa telineiden seisontavakaus on tarkasteltava erikseen, ettei teline pääse kaatumaan. Vaihtoehtoinen kiinnitysmenetelmä on esimerkiksi sitoa telineen yläosa riittävin välimatkoin muuhun kestävään rakenteeseen kiristetyin kuormaliinoin tai muilla vastaavilla menetelmillä. Kuvassa 4 on esitetty esimerkki ankkureiden sijoittelusta.



Kuva 3: Ankkureiden sijoittelu.

## 5.5 Vinositeet

Sivuvinositeiden tehtävä on ankkureiden ohella jäykistää telinettä ja lyhentää pystytukien nurjahduspituutta. Poikkivaakasiteet asennetaan tarvittaessa vaakatasossa sisemmältä pystytueltä viereisen lohkon ulompaan pystytukeen. Poikkivaakasiteet voidaan myös korvata jäykällä tasolla, kuten koko telineen syvyydeltä asennetuilla työtasoilla. Telineen pätyyn asennettavia päätyvinositeitä tarvitaan, kun teline on yli 20 metriä korkea, peitetty tai reunimmaisista pystytukia ei ole ankkuroitu jokaisesta nurkkapistestä. [1, 56–57]

Sivuvinositeille tulee tuulikuorma täysimääräisenä telineiden ollessa alle 10 metriä, eli kyseisillä peitetyllä telineellä  $0,314 \text{ kN/m}^2$ . Yhteen sivuvinositeen nurkkapisteeseen kohdistuu telineen lyhyen sivun kokoinen  $2,0 \text{ m} \times 2,07 \text{ m} \times 0,314 \text{ kN/m}^2 = 1,3 \text{ kN}$  voima, jonka sivuvinositeen pitää ottaa vastaan. Tästä saadaan mekaniikan peruskaavalla  $F = F_{\text{tuuli}} \cdot \cos \alpha$  sivuvinositeeseen kohdistuva puristusvoima, missä  $F_{\text{tuuli}}$  on tuulen voima ja  $\alpha$  on sivuvinositeen kulma tuuleen nähden. Tästä saadaan  $F = 1,3 \text{ kN} \cdot \cos 46^\circ = 0,9 \text{ kN}$ .

Sivuvinositeet toimivat tehokkaimmin, kun ne ovat  $45 \pm 15$  asteen kulmassa pystytukeen ja vaakajuoksuun nähden. Yleensä sivuvinositeet asennetaan joka vii-

denteen pystytelinelohkoon tai jatkuvana siten, että sivuvinositeet lähtevät sivusuunnassa joka viidennestä telinelohkosta. [1, 56]

## **6 Kustannusvertailu mastolavanostimen ja julkisivutelineiden välillä**

Telineitä vaativissa töissä tulee aina miettiä vaihtoehtoisia työmenetelmiä. Tässä esimerkissä vertaillaan kerrostalon julkisivumuurauksen vaihtoehtoisia työmenetelmiä. Eri työmenetelmien vertailemisen helpottamiseksi oletetaan että molemmissa vaihtoehdoissa tavaroiden nostot suoritetaan työmaan päänosturilla tai nostimen tai telineen yhteyteen asennetulla tavarahissillä, joten nostojen kustannusvaikutusta ei tässä vertailussa huomioida. Valitaan muurattavaksi pinta-alaksi 40x15 metriä.

### **6.1 Kuormitukset**

Kerrostalon julkisivumuurauksessa vaaditaan nostimelta ja telineiltä suurta kuormituksenkestoa. Yhden neliön muuraukseen tarvitaan esimerkiksi MRT 60 – tiiliä (285x85x60 mm) 47 kappaletta sekä 1,1 kg muurauslaastia per kappale. Yhden tiilen painaessa 1,9 kg näistä muodostuu yhteensä 141 kg/m<sup>2</sup>. [10.] Telineitä valittaessa tulee ottaa huomioon, että näistä muodostuu 2,0 m kerroskorkeudella 282 kg/telinemetri jonka lisäksi painoa muodostuu myös työntekijöistä ja tarvikkeista. Mastolavalla työskennellessä lavan korkeutta voidaan säätää tarvittaessa koko ajan, joten kuormitukset eivät ole niin isot kuin telineillä.

### **6.2 Mastolava**

Mastolavat ovat hyvin julkisivutöihin soveltuvia raskaita nostimia, joissa voi olla nostimesta riippuen 20 metriä leveä lava. Mastolavojen nostokapasiteetti voi olla mallista riippuen 4500 kg/alusta, joten ne soveltuvat erinomaisesti julkisi-



vumuuraukseen. [11.] Mastolava nousee seinään kiinnitettyä kiskoä pitkin. Huonona puolena mastolavoissa on niiden yleensä hidas nousunopeus, joten tarvikkeet pitää yleensä nostaa nostimen lavalle työmaan päänosturilla tai erillisellä tavarahissillä. Tässä laskentaesimerkissä käytetään kahta rinnakkain asennettua mastolavaa, jolloin saadaan tehtyä koko julkisivun mittainen yhtenäinen työtaso. Nostimen kuluradat ovat hyvin raskaita, joten ne pitää nostaa paikoilleen nosturilla, jonka kustannusvaikutusta ei tässä esimerkissä huomioida. Kuvassa 3 on tyypillinen mastolavanostin.



Kuva 4: Mastolavanostin [11.]

Ratu aikataulukirja 2016 ei anna suoraan työmenekkiä mastolavan pystytykselle, mutta menekkinä voidaan käyttää tavarahissin työmenekkejä soveltuvien osien. [12, 388.]

Taulukko 2: Mastolavanostimen pystytyksen työaikamenekki T3. [12, 388]

Työvaihe	työmenekki	yksikkö
Nostimen jalkojen levitys, suoruuden tarkistus	0,5	tth/erä
Nostimen lavan kokoaminen ja kaiteiden pystytys	5	tth/erä
Maston kokoaminen ja kiinnitys	1	tth/m
Nostimen sähköistäminen	0,5	tth/erä

Näistä saadaan työmenekeiksi 21,0 tth/pystytys eli kahden nostimen pystytys kestää  $2 * 21 \text{ tth} = 42 \text{ tth}$ . Ratu aikataulukirja 2016 antaa mastolavan purulle seuraavat työmenekit:

Taulukko 3: Mastolavanostimen purkamisen työaikamenekki T3. [12, 388]

Työvaihe	työmenekki	yksikkö
Maston ja kiinnitysten purkaminen	0,6	tth/m
Nostimen lavan purkaminen	4	tth/erä
Sähköistyksen purku	0,5	tth/erä
Nostimen paketoiminen	2	tth/erä

Purusta saadaan työmenekiksi yhdelle mastolavalle yhteensä  $6,5 + 0,6 * 15 = 15,5 \text{ tth}$  eli kahdelle mastolavalle  $2 * 15,5 \text{ tth} = 31 \text{ tth}$ .

### 6.3 Julkisivutelineet

Julkisivumuurauksessa telineiden etu verrattuna mastolavaan on niiden antama tila. Töitä pystytään tekemään useassa kohdassa yhtä aikaa. Julkisivutelineet on myös mahdollista peittää pressulla työnaikaiseksi sääsuojaksi. Huonona puolena mastolavaan verrattuna voidaan pitää telineiden pystyttämisen ja purkamisen vaatimaa aikaa. Julkisivumuurauksen vaatiman suuren kuormituksen takia telineiksi valitaan Haki-muuraustelineet. Telineet kasataan kokonaan ennen töiden aloittamista. Ratu aikataulukirja 2016 antaa muuraustelineiden työmenekiksi  $0,11 \text{ tth/m}^2$  eli koko telineen kasaus  $0,11 \text{ tth/m}^2 * 600 \text{ m}^2 = 66 \text{ tth}$ . Telineiden purulle Ratu aikataulukirja 2016 antaa työmenekiksi  $0,09 \text{ tth/m}^2$  eli yhteensä  $0,09 \text{ tth/m}^2 * 600 \text{ m}^2 = 54 \text{ tth}$ . [12, 389].

### 6.4 Muuraustyön kesto

Muuraustyö koostuu varsinaisesta muurauksesta, muuraussiteiden kiinnityksestä, laastin valmistuksesta ja tarvikkeiden siirrosta. Ratu aikataulukirja 2016 antaa julkisivumuuraukselle seuraavat työmenekit:

Taulukko 4: Muuraustyön työaikamenekki T3. [12, 188]

Työvaihe	tth/m <sup>2</sup>
Mittaus, muurausvihjeiden pystytys	0,06
Laastin valmistus, säiliö ja pumppu	0,2
Puhtaaksimuuraus 285x85x85	0,38
Siirrot	0,15

Näistä työmenekeistä tulee yhteensä 0,79 tth/m<sup>2</sup> eli julkisivun muuraus on yhteensä 0,79 tth/m<sup>2</sup> \* 600 m<sup>2</sup> = 474 tth. Yhdeltä työparilta eli muurarilta ja apumieheiltä muurauksen kesto on noin 30 työpäivää. [12, 188].

## 6.5 Mastolavan ja muuraustelineiden kustannukset

Tässä esimerkissä mastolavanostimeksi valittiin kaksi rinnakkain asennettavaa Scandlimber SC8000 – nostinta. Nostimen kuukausivuokra on 1880,00 €/kk/nostin (alv 0 %). Mastolavojen suuresta koosta ja painosta johtuen rahti työmaalle on 1800,00€ (alv 0 %). [13.] Muuraustelineiksi valittujen Haki-telineiden päivävuokra on 0,15 €/pv/m<sup>2</sup> (alv 0 %), seitsemältä päivältä viikossa ja rahti työmaalle 600,00€ (alv 0 %). [14.] Muuraustyön kesto on 30 työpäivää, joten mastolavanostimen vuokrasta muodostuu 5640,00€ (alv 0 %) ja telineistä muodostuu 3780,00€ (alv 0 %). Telineiden ja mastolavan pystytyksessä käytetään tuntihintana 27,20€/h sisältäen sosiaalikulut, jolloin mastolavan pystytyksestä ja purusta tulee yhteensä 1985,60€ ja telineiden pystytyksestä ja purusta tulee 3264,00€.

Mastolavan kokonaiskustannukset ovat 9425,60€ (alv 0 %) ja julkisivutelineiden 7644,00€ (alv 0 %) eli telineet ovat 1781,60€ (alv 0 %) halvemmat. Mastolavan hinnassa ei ole mukana vielä nostimen tarvitsemaa sähköä. On myös huomiotava että mastolavalla ei pysty työskentelemään kuin yhdellä tasolla kerralla, kun taas telineillä pystyy työskentelemään usealla kerroksella yhtä aikaa, jolloin telineiltä työskentely voi nopeuttaa muita työvaiheita. Muuraustyön edetessä voidaan telineiltä aloittaa jo muiden työvaiheiden teko kuten esimerkiksi ikkunoiden pellitykset.

Näin ollen vuokrahinnat eivät ole suoraan vertailukelpoisia. Muuraus voidaan tehdä myös yhdellä mastolavalla, jolloin töiden puolessavälissä mastolava puretaan ja siirretään eteenpäin, jolloin mastolavojen vuokrahinta on pienempi mutta ylimääräisestä nostimen siirrosta tulee lisäkustannuksia. Muuraustyö kuitenkin keskeytyy ja mikäli muuraustyö on ostettu aliurakkana, saattaa aliurakoitsija veloittaa töiden seisokista ylimääräistä. Myös esimerkiksi ikkunoiden pellitykset jouduttaisiin tällöin tekemään toisella erikseen vuokrattavalla nosturilla tai nostimella.

## **7 Tulokset**

Osana opinnäytetyötä valmistui Excel-pohjainen laskuri, joka laskee annettujen mittojen mukaan julkisivutelineisiin tarvittavien osien lukumääriä, omapainoa sekä eri telineosien kuormituksia (liite 3). Laskurin käyttö helpottaa telineiden suunnittelua ja vähentää laskuvirheen mahdollisuutta, kun käsin laskussa mahdollisesti tapahtuvat inhimilliset virheet poistuvat. Laskurin pääasiallinen tehtävä on antaa nopeasti tietoa telineen perusominaisuuksista. Laskuri pystyy laskemaan tarkasti tarvittavat telineosat, kun lähtötiedot ovat annettu telineosien pituuksien tasalukujaolla.

Mastolavanostimen ja julkisivutelineiden kustannuslaskelmien pohjalta työmenetelmien valinta helpottuu kustannusmielessä, kun halvin vaihtoehto on tiedossa. Tehtäessä paljon vastaavia julkisivumuuraustöitä kaluston hankinnan merkitys kasvaa, jolloin mastolavanostinta kannattaa harkita uudelleen niiden suhteellisen edullisen hinnan takia. Telineet ovat huoltovapaampia ja todennäköisesti pitkäikäisempiä kuin mastolavanostimet, mutta niiden hankintahinta on suurempi.

## 8 Pohdinta

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä yritykselle ohje rakennustelineiden suunnitteluun sekä luoda helppo tapa laskea telineosien kuormituksia. Perehtyminen rakennustelineisiin oli erittäin opettavaista, sillä niitä ei ole käsitelty paljoa opintojen aikana. Tietämys rakennustelineistä on erittäin oleellista työnjohdolle, jotta työnjohtaja voi valvoa telineiden turvallista käyttöä. Telineet ovat myös oleellinen osa töitä ja etenkin yleistä julkisivukorjauksia.

Kustannusvertailu mastolavanostimen ja muuraustelineiden välillä auttaa tekemään kustannustehokkaita päätöksiä tulevaisuudessa. Telineosien kuormituksia laskemalla syntyi selkeä käsitys siitä, miten isot julkisivutelineet pysyvät kasassa ja minkälaiset kuormitukset vaikuttavat niihin. Haasteellisempien telineiden mitoituksessa suositeltavaa on käyttää valmiita laskentaohjelmia, kuten Avontus Scaffold Designeriä. Laskentaohjelmat ilmoittavat automaattisesti tarvittavat telineosien lukumäärät, jolloin esimerkiksi vuokran hinnoittelu on helpompaa.

Opinnäytetyössä valmistunutta telinelaskuria pystyisi jatkossa kehittämään lisää esimerkiksi lisäämällä alasvetovalikoita, joissa on valmiiksi eri telineosien tiedot, kuten paino ja kuormituskapasiteetti. Valmiiden telinekuvien teko olisi erittäin hyvä ominaisuus, mutta Excel-pohjainen taulukko asettaa tämän suhteen paljon rajoitteita.

Toivon, että opinnäytetyöstä on apua uusien telinetyömiesten koulutuksessa sekä oppilaitoksissa telineistä opettamisessa sekä perehtymisessä telineisiin.

## Lähteet

1. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. RIL 142-2010 Työtelineet ja putoamisen estävät suojarakenteet. Helsinki. 2010. ISBN 978-951-758-519-4
2. Telinekataja Oy. Layher Allround-telinejärjestelmä. 2017. [Viitattu 6.5.2018]  
<https://telinekataja.fi/wp-content/uploads/2017/08/allround.pdf>
3. Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009
4. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. RIL 147-2006 Tukitelineet ja muotit. Helsinki. 2006. ISBN 951-758-467-9
5. Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta 403/2008
6. Työterveyslaitos. 2018. Riskialttiit ammatit. [Viitattu 15.4.2018]  
<https://www.ttl.fi/toissa-terveena-ammatinvalinta-allergia-ihottuma-astma/riskialttiit-ammattit/>
7. Työturvallisuuskeskus. 2018. Rakennusalan lomakkeita. [Viitattu 15.4.2018]  
[https://ttk.fi/tyoturvallisuus\\_ja\\_tyosuojelu/toimialakohtaista\\_tietoa/rakennusala/rakennusalan\\_lomakkeita](https://ttk.fi/tyoturvallisuus_ja_tyosuojelu/toimialakohtaista_tietoa/rakennusala/rakennusalan_lomakkeita)
8. Ramirent Oy. Layher telineiden käyttöohje. 2013. [Viitattu 15.9.2017]  
[http://tuotteet.ramirent.fi/sites/tuotteet.ramirent/files/Allround%20asennus%20ja%20k%C3%A4ytt%C3%B6ohje\\_low.pdf](http://tuotteet.ramirent.fi/sites/tuotteet.ramirent/files/Allround%20asennus%20ja%20k%C3%A4ytt%C3%B6ohje_low.pdf)
9. Niskala, J. & Valonen, K. Kerrostalon julkisivutyömaan rakennustelineiden kaatuminen Oulussa 8.3.2011. 2011. [Viitattu 15.4.2018]  
[http://www.turvallisuustutkinta.fi/material/attachments/otkes/tutkintaselostukset/fi/muutonnettomuudet/2011/d22011y\\_tutkintaselostus/d22011y\\_tutkintaselostus.pdf](http://www.turvallisuustutkinta.fi/material/attachments/otkes/tutkintaselostukset/fi/muutonnettomuudet/2011/d22011y_tutkintaselostus/d22011y_tutkintaselostus.pdf)
10. Taloon Yhtiöt Oy. Tiili TERCA MRT 60 285x85x60 mm tuohi retro. 2018. [Viitattu 15.4.2018] <https://www.taloon.com/tiili-terca-mrt-60-285x85x60-mm-tuohi-retro/WI-23112111/dp>
11. Ramirent Oy. Scanclimber SC8000. 2018. [Viitattu 2.4.2018]  
<http://tuotteet.ramirent.fi/node/2240>
12. Talonrakennusteollisuus ry, Rakennustietosäätiö RTS. Ratu Aikataulukirja 2016. Helsinki. 2016. ISBN 978-952-267-110-3
13. Hannunen, S. 2018 Asiakkuuspäällikkö, Joensuu. Ramirent Oy. Puhelinkeskustelu 29.3.2018
14. Hartikainen, T. 2018. Vastaava työnjohtaja, telineet ja sääsuojat. Raminent Oy. Puhelinkeskustelu 29.3.2018
15. Wilhelm Layher GmbH & Co KG. Allround Scaffolding System Catalogue. 2017. [Viitattu 6.5.2018] [https://telinekataja.fi/wp-content/uploads/2017/08/Allround\\_Catalogue\\_2017.pdf](https://telinekataja.fi/wp-content/uploads/2017/08/Allround_Catalogue_2017.pdf)
16. Suomen rakentamismääräyskokoelma B1. 1998. Rakenteiden varmuus ja kuormitukset.
17. Työturvallisuuskeskus. 2016. Telineen käyttöönottotarkastuspöytäkirja [Viitattu 6.5.2018]  
[https://ttk.fi/files/4565/Telineen\\_kayttoonottotarkastuspoytakirja.pdf](https://ttk.fi/files/4565/Telineen_kayttoonottotarkastuspoytakirja.pdf)

Liite 1: Telineen käyttöönotto- ja kunnossapitotarkistuslista [3, 35–36]

TYÖTELINEEN KÄYTTÖÖNOTTO JA KUNNOSSAPITO

Työtelineen käyttöönotossa ja kunnossapitotarkastuksessa on käytävä läpi ainakin seuraavaa:

1. Telineen yleistiedot:

- 1) telineen yksilöinti;
- 2) telineen sallittu kuorma.

2. Tarkastuskohde: Telineestä on tarkastettava seuraavat kohdat, merkittävät mahdolliset huomautukset ja milloin esitetyt korjaukset on tehty:

- 1) telineen käyttötarkoitukseen sopivuus;
- 2) käyttöohjeen mukaisuus;
- 3) rakennesuunnitelman mukaisuus;
- 4) käyttösuunnitelman noudattaminen;

Lisäksi muun muassa seuraavat yksityiskohdat on käytävä läpi:

- 5) perustukset;
- 6) pystytuet;
- 7) lujuuden, seisontavakavuuden ja jäykkyyden toteutus;
- 8) ankkurointi ja jäykistäminen;
- 9) rakenneosien liitokset;
- 10) nousutiet;
- 11) työtasot;
- 12) työtason kiinnitys telineen runkoon;
- 13) suojakaiteiden rakenne ja kunto;
- 14) jalkalista;
- 15) merkinnät ja kilvet;
- 16) alla olevan alueen tarvittava eristäminen;
- 17) muut kohdat, joista tarkastusluetteloa jatketaan tarvittaessa.

3. Tarkastukseen osallistujat:

- 1) työnantajan edustaja(t);
- 2) työntekijöiden edustaja(t); sekä mahdollisesti muut kuten
- 3) telinetyön työnjohtaja(t); ja
- 4) muut osallistujat

## Liite 2: Telineen käyttöönottotarkastuspöytäkirja [17]

**Telineen käyttöönottotarkastuspöytäkirja**

Päivämäärä \_\_\_\_\_

Työmaan numero		Työmaan osoite			
Telineen merkki tai muu yksilöinti					
Telineen kuormitus <input type="checkbox"/> Kevyt <input type="checkbox"/> Puoliraskas <input type="checkbox"/> Raskas					
<b>Telineen tyyppi</b>		<b>Telineen vaiheittainen käyttöönotto</b>			
<input type="checkbox"/> Standardi SFS _____ mukaan <input type="checkbox"/> _____ -telinettä koskevan käyttöohjeen mukaan <input type="checkbox"/> _____ laatiman suunnitelman mukaan <input type="checkbox"/> Putkitelineet <input type="checkbox"/> Julkisivu <input type="checkbox"/> Siirreltävä <input type="checkbox"/> Muu mikä		Työtasojen korkeudet		Käyttöönottopvm.	
<b>Tarkastuskohde</b>	<b>Kun- nossa</b>	<b>Korjat- tava</b>	<b>Korjaus pvm.</b>	<b>Korjauksen suorittaja</b>	<b>Tarkempi erittely korjattavasta kohteesta</b>
1. Perustus					
2. Pystytuet					
3. Vaakasiteet ja kannattajat					
4. Sivu- ja päätyvinositeet					
5. Vaakavinositeet					
6. Ankkurointi					
7. Työtasot					
8. Suojakaiteet					
9. Nousutiet					
10. Kilvet ja merkinnät					
11. Muut					
Allekirjoitukset					
_____ Työnantajan edustaja			_____ Työntekijän edustaja		
_____ Telinetyön työnjohtaja					



### Liite 3: Telineen kuormituslaskuri

TELINELASKURI, LAYHER OSILLA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--